Algoritmos Genéticos

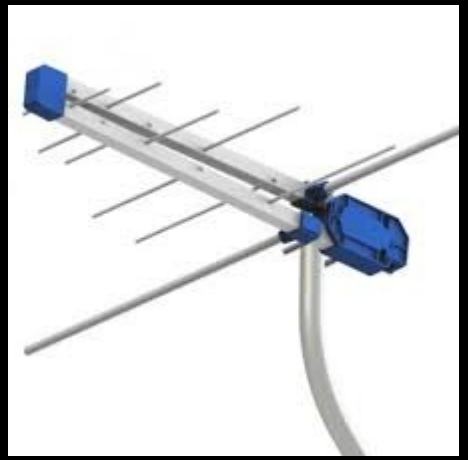
Adriano Batista Prieto

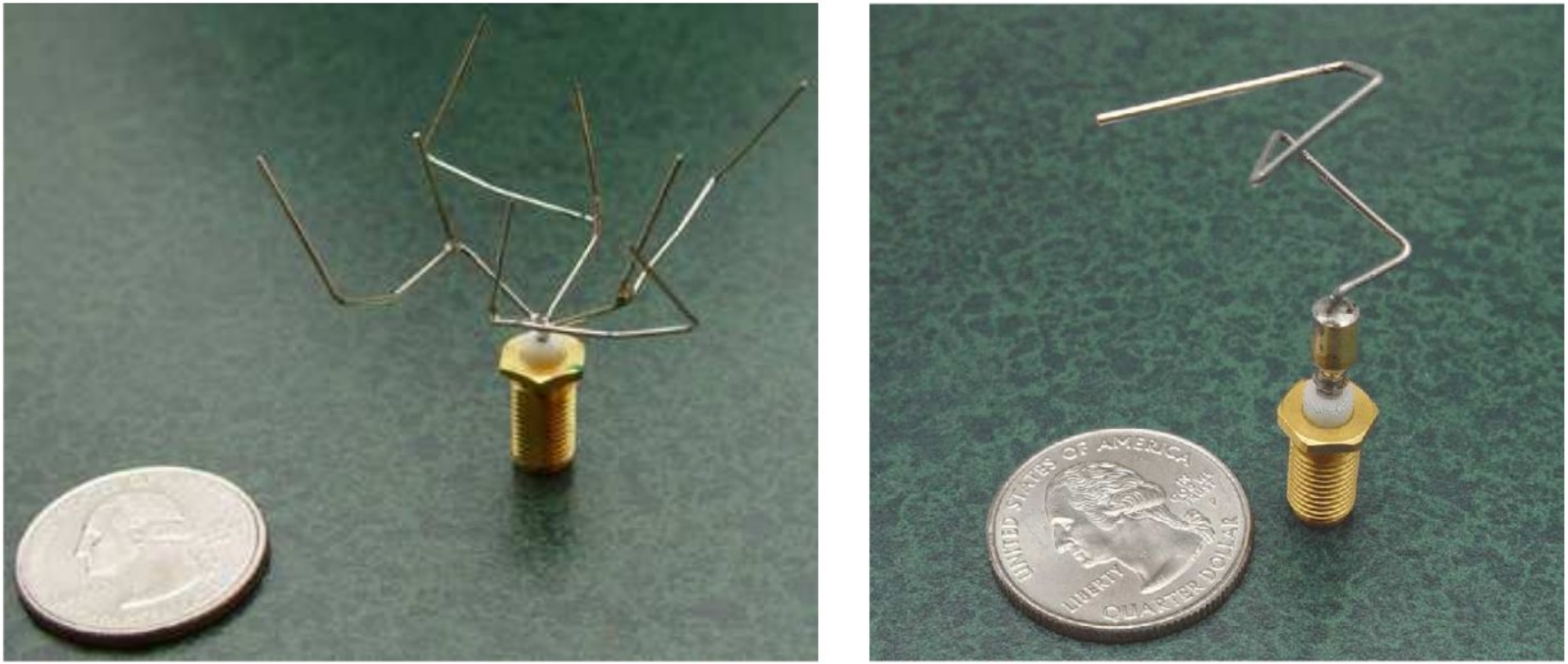
TDC21 – Transformation
Trilha Data Science, 26/08/2021

NASA

Design de antena para a missão ST5

2006





(a) (b)

Figure 2. Photographs of prototype evolved antennas: (a) the best evolved antenna for the initial gain pattern requirement, ST5-3-10; (b) the best evolved antenna for the revised specifications, ST5-33-142-7.











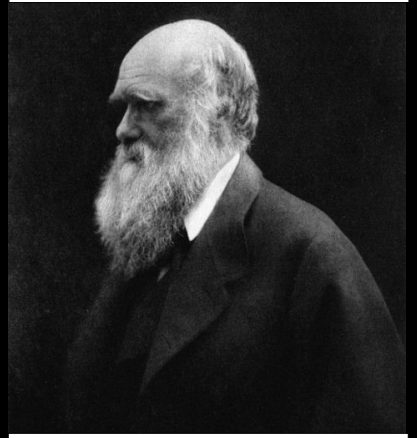

1809

Lamarck

Lei do uso e do desuso

1859

Darwin



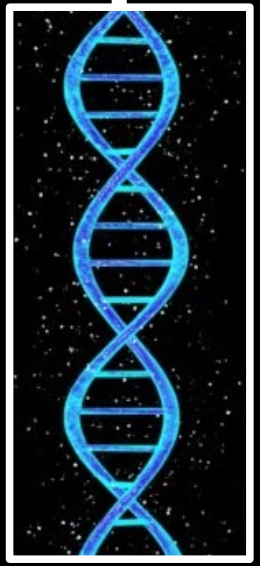
Seleção Natural

1865

Mendel

Leis da hereditariedade

1953

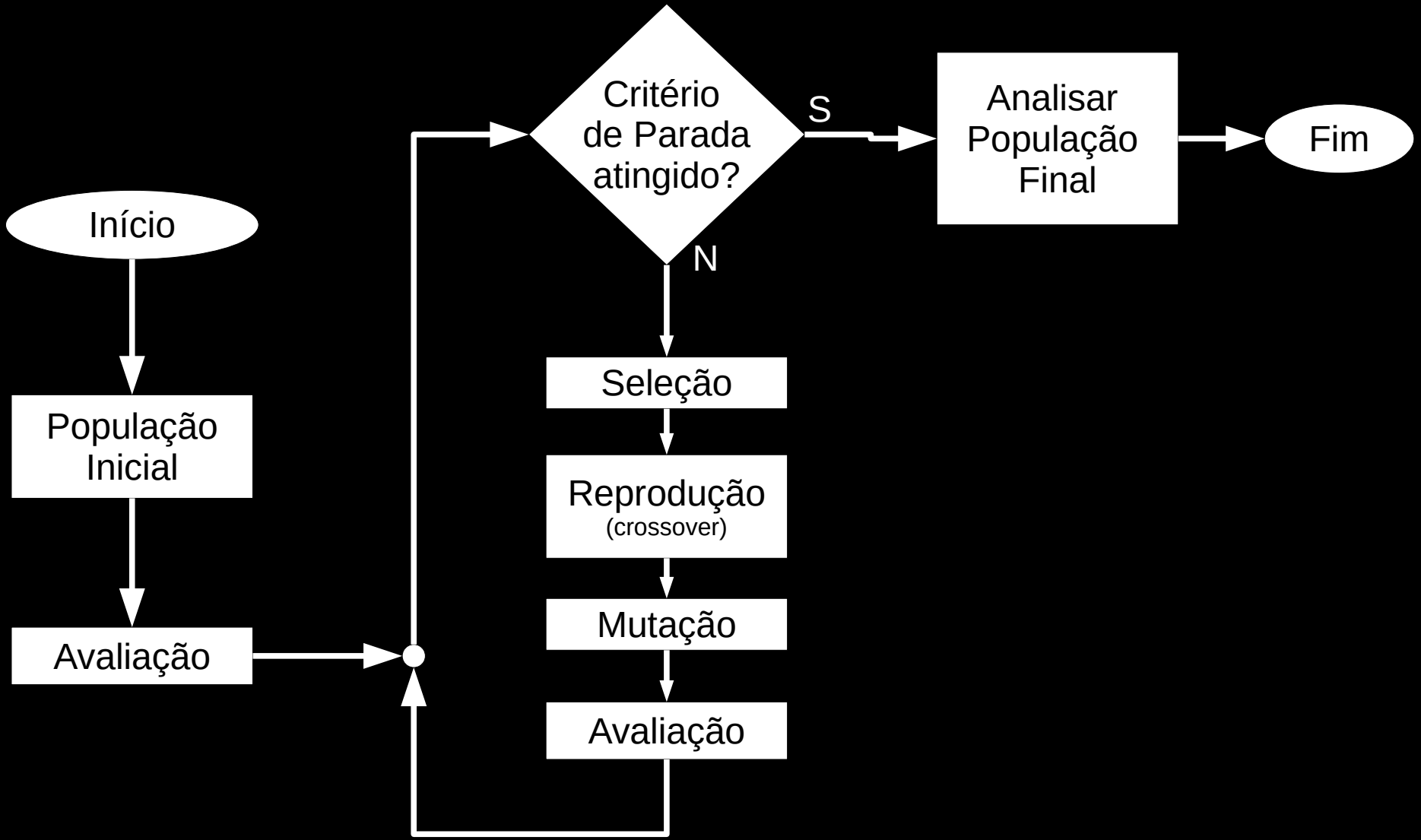


1975

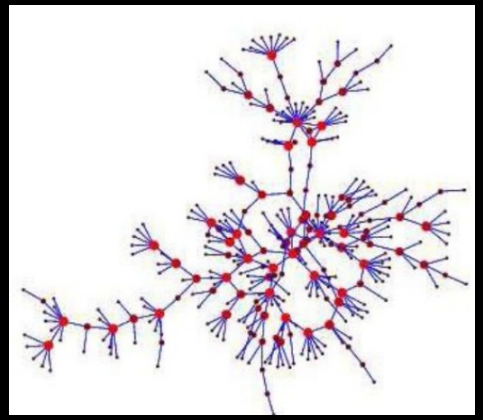
John H. Holland

Algoritmos Genéticos

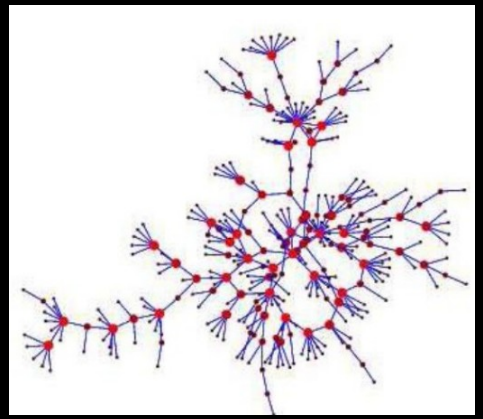
Qual é o Algoritmo do Algoritmo Genético?


Início
População Inicial
Avaliação
Critério de Parada atingido?
S
N
Analisar População Final
Fim
Seleção
Reprodução
(crossover)
Mutação
Avaliação

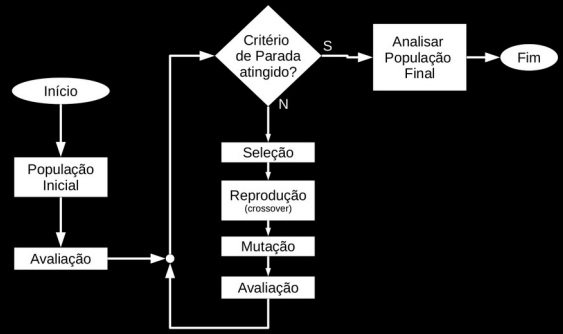
PROBLEMA
(mundo real)



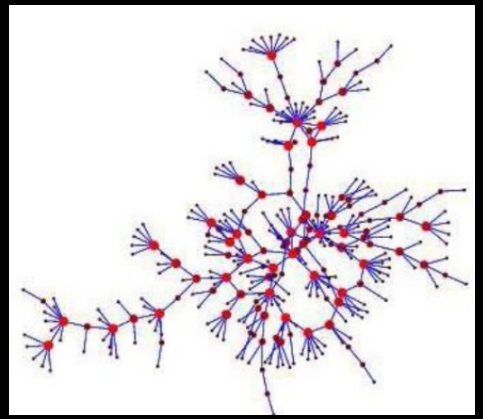
PROBLEMA
(mundo real)



Fluxo padrão

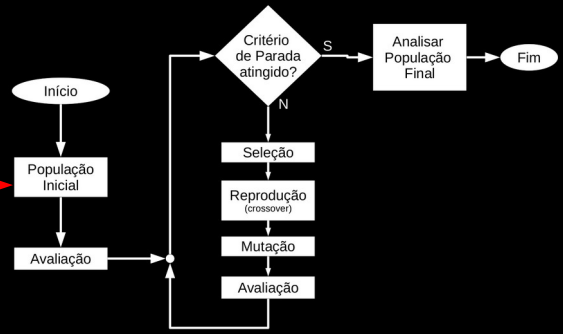


PROBLEMA
(mundo real)

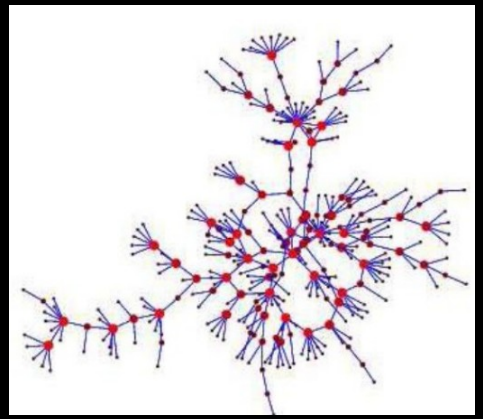


Conexão com o problema

Fluxo padrão



PROBLEMA
(mundo real)

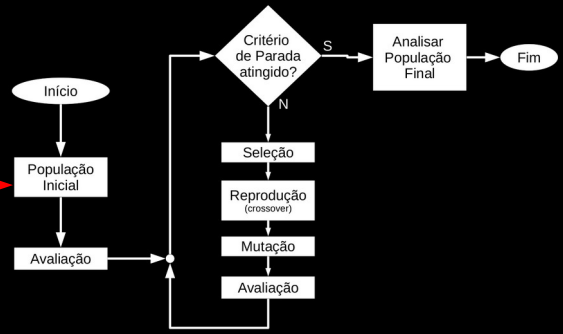


Conexão com o problema

Representação Cromossomial

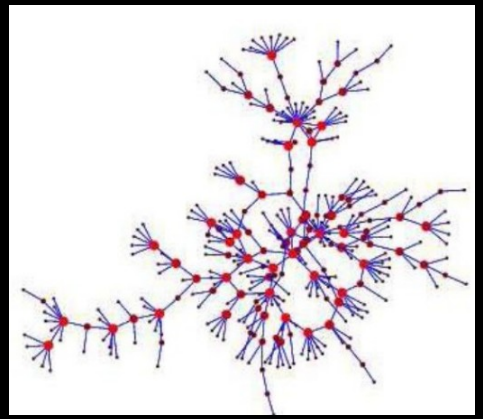
Avaliação

Fluxo padrão



MODELO

PROBLEMA
(mundo real)

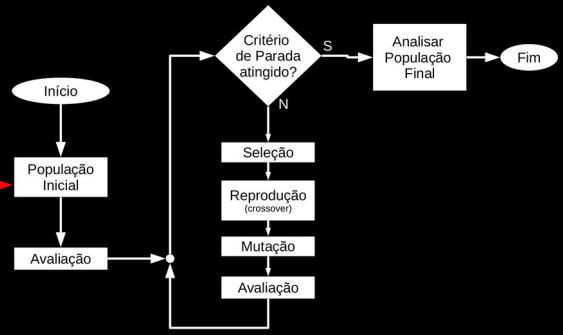


Conexão com o problema

Representação Cromossomial

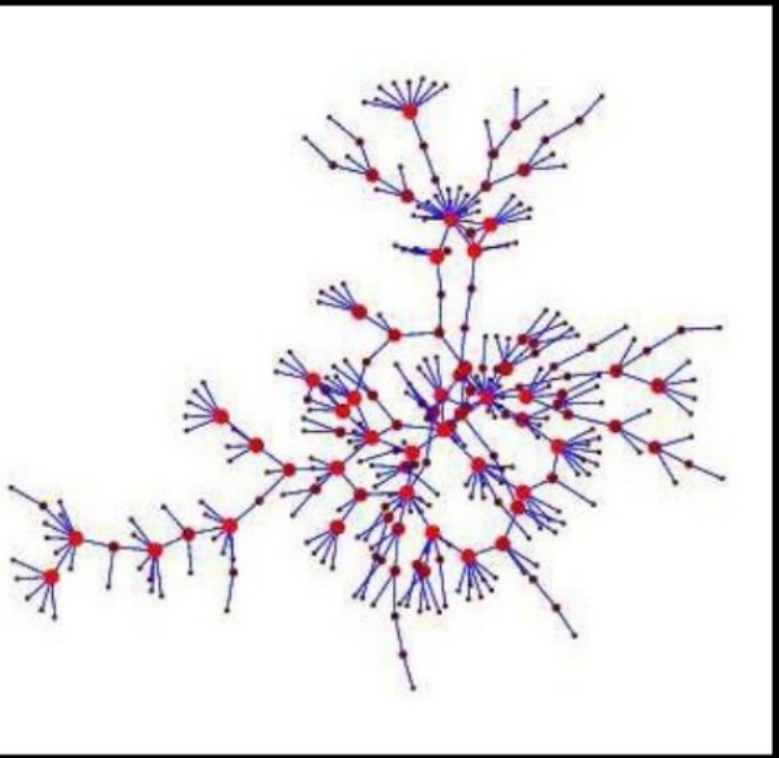
Avaliação

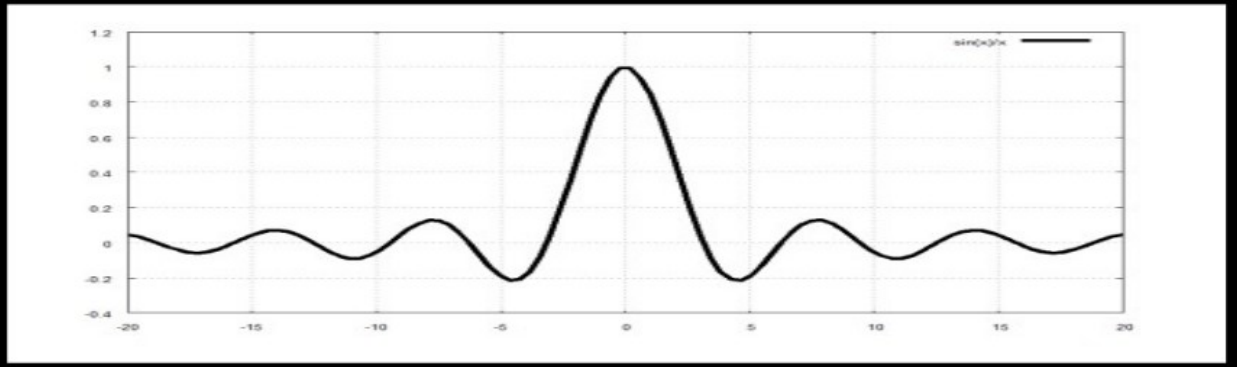
Fluxo padrão



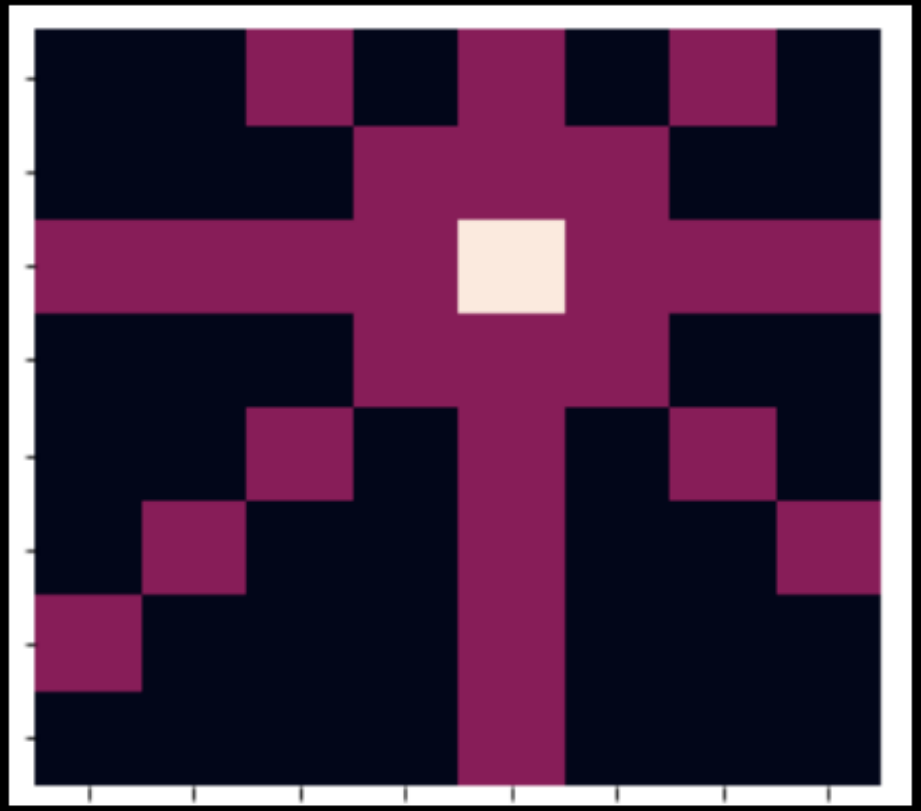
Quando vale a pena tentar Algoritmos Genéticos?

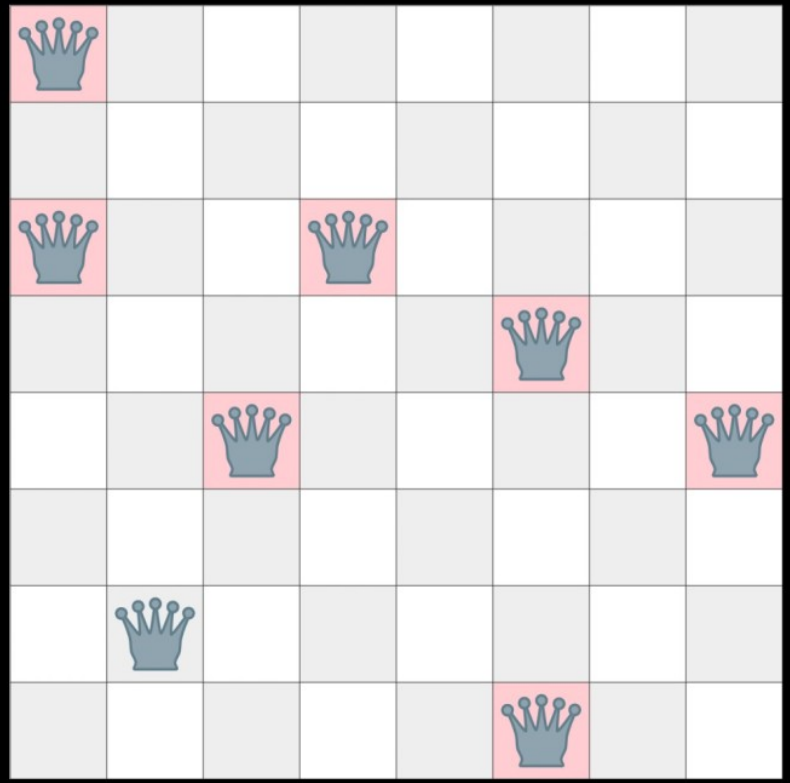
Quais tipos de problemas?




sin(x)/x
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-20
-15
-10
-5
0
5
10
15
20

Modelando o problema das 8 Rainhas



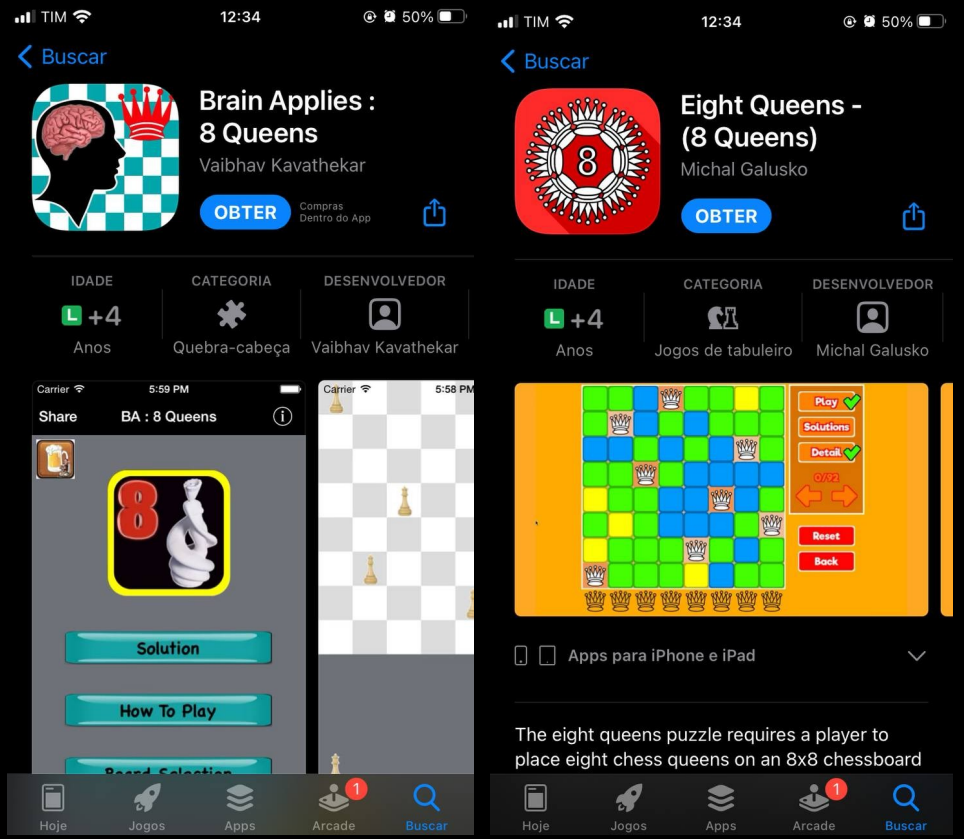


Mais de 4 bilhões de possibilidades!

(4.426.165.368 pra ser mais exato)

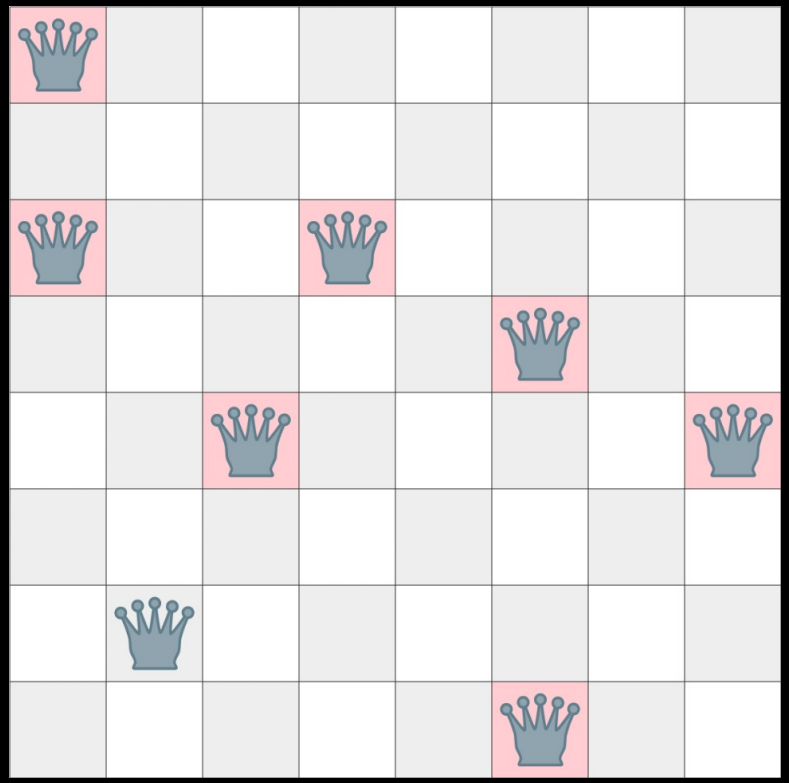
Android

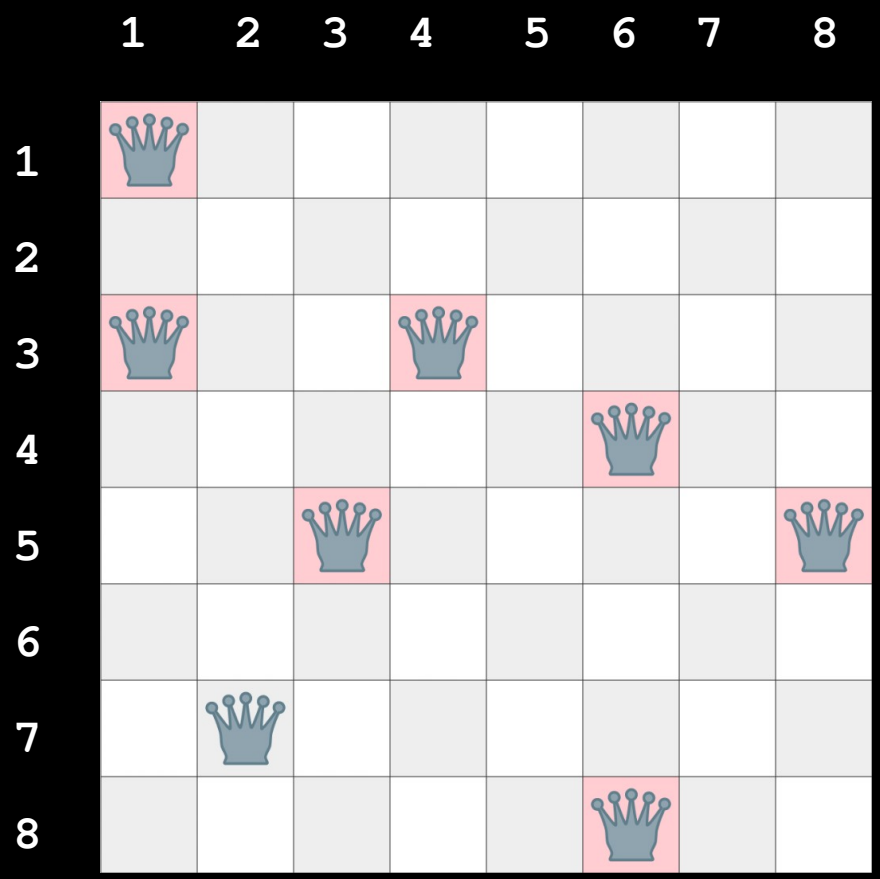
iPhone

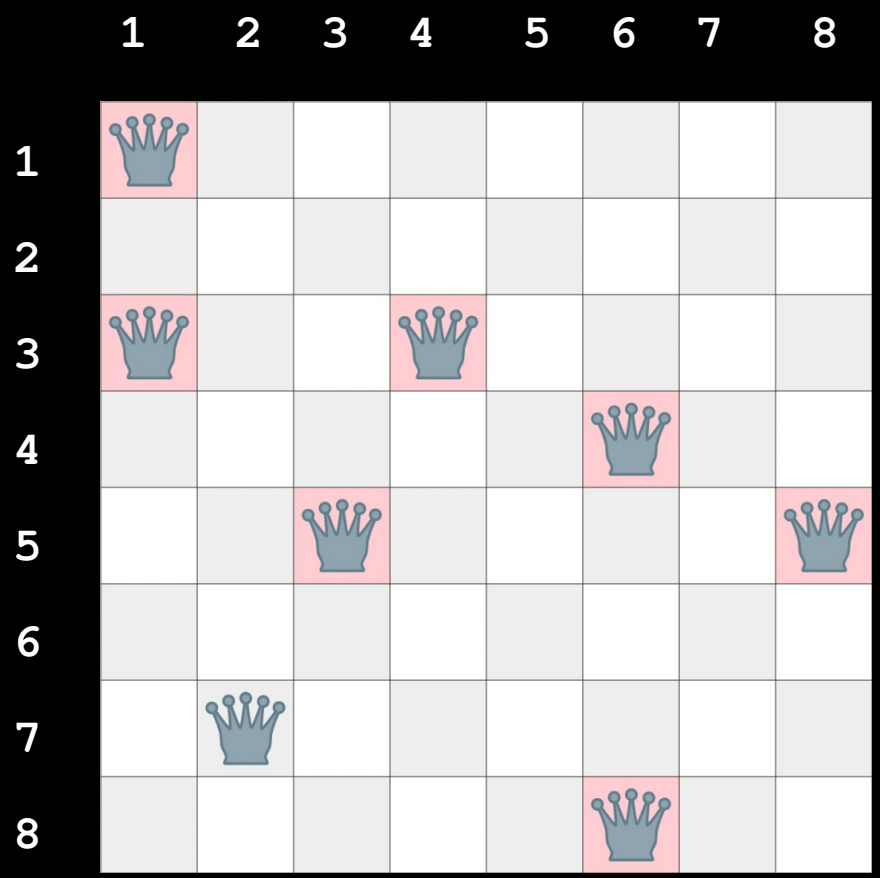


Representação Cromossomial

(Codificação / Decodificação)




1 2 3 4 5 6 7 8
1
2
3
4
5
6
7
8

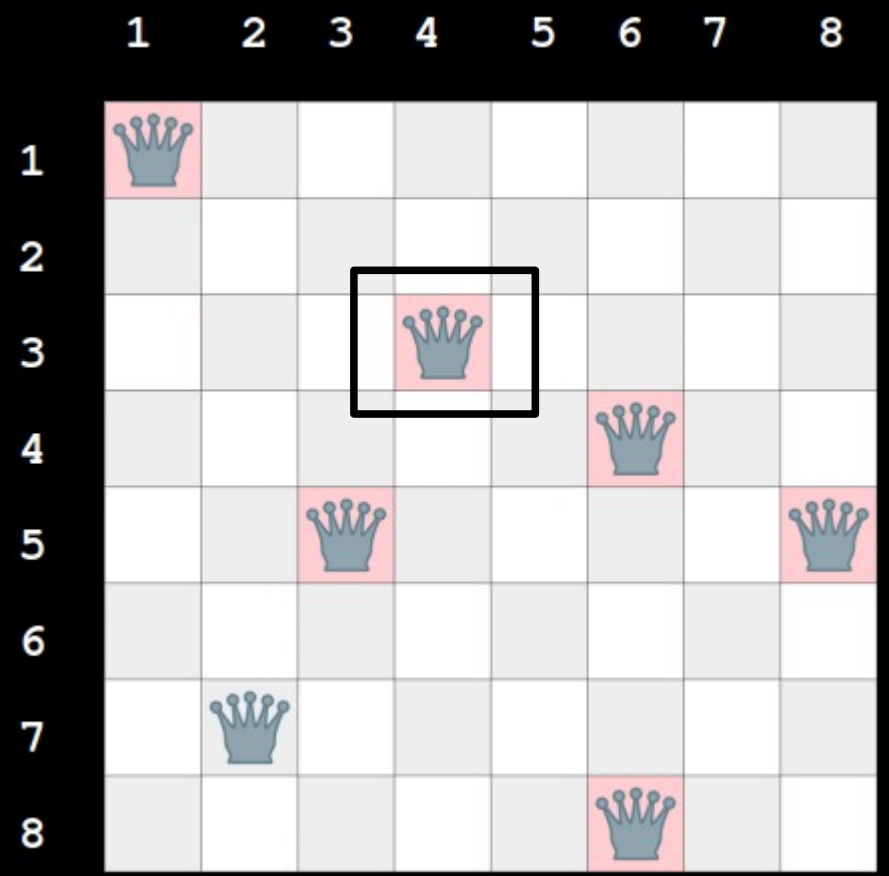


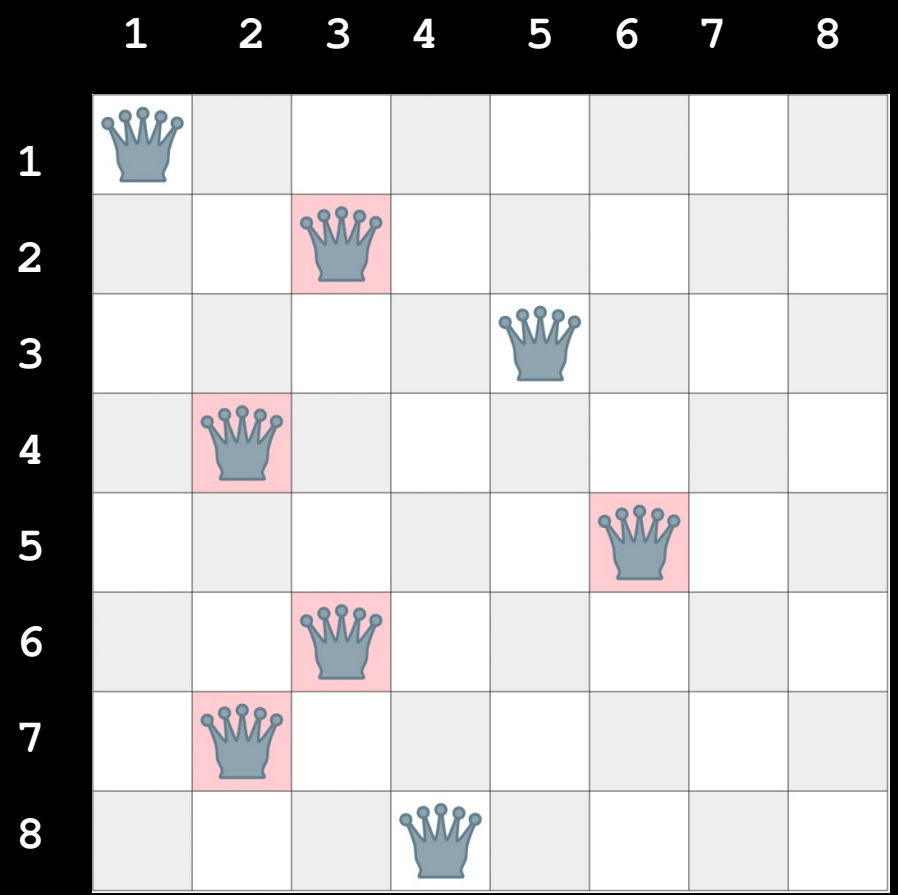
S = (1,1,3,1,3,4,4,6,5,3,5,8,7,2,8,6)

$$s = (x_0, y_0, x_1, y_1, x_2, y_2, x_3, y_3, x_4, y_4, x_5, y_5, x_6, y_6, x_7, y_7)$$

S = (1,1,3,4,3,4,4,6,5,3,5,8,7,2,8,6)

S = (1,1,**3,4,3,4**,4,6,5,3,5,8,7,2,8,6)





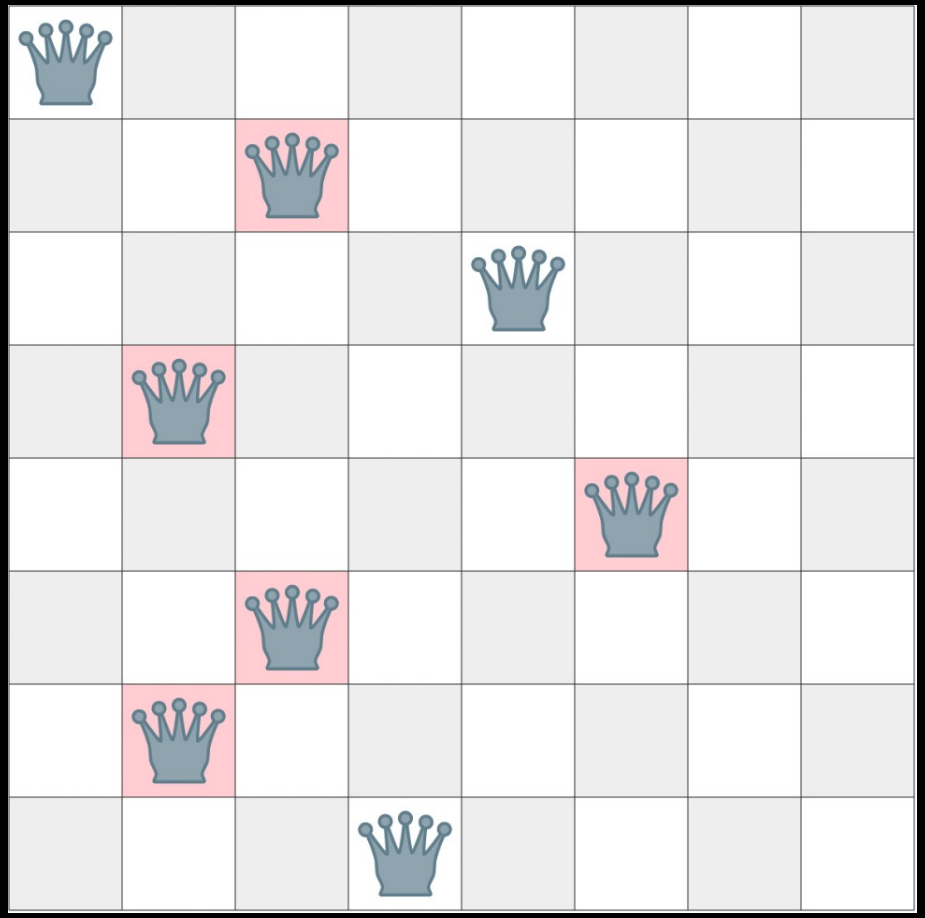
S = (1,3,5,2,6,3,2,4)

$$s = (y_0, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7)$$

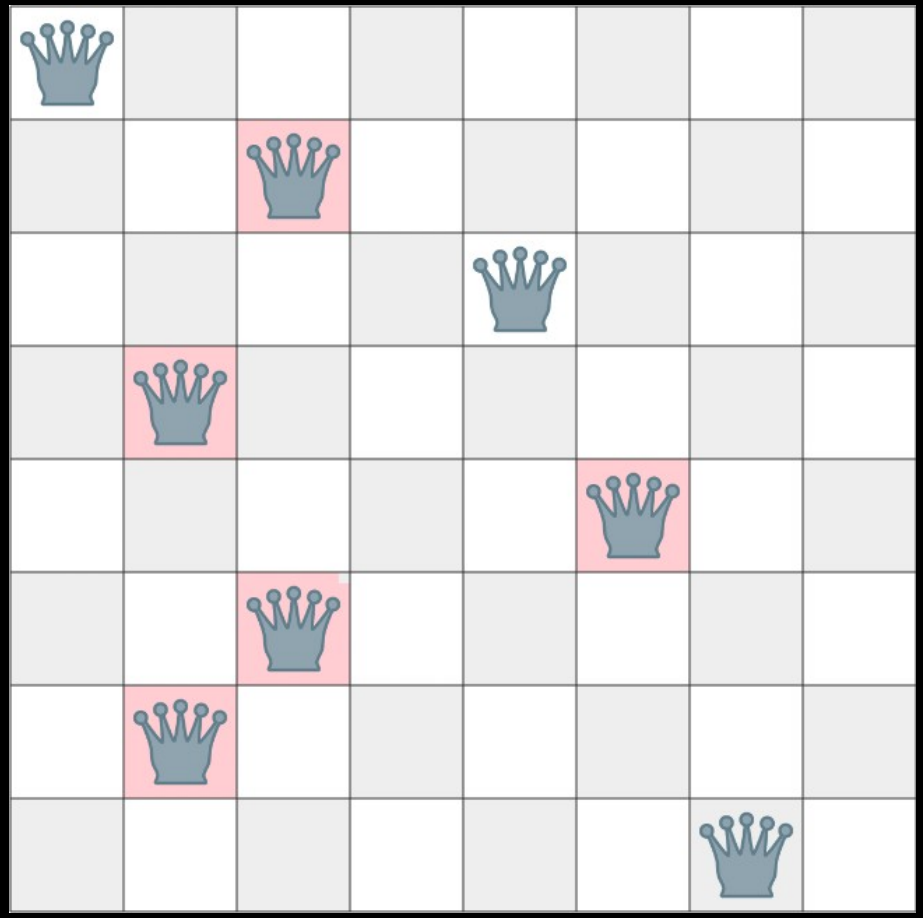
Avaliação

(*fitness*)

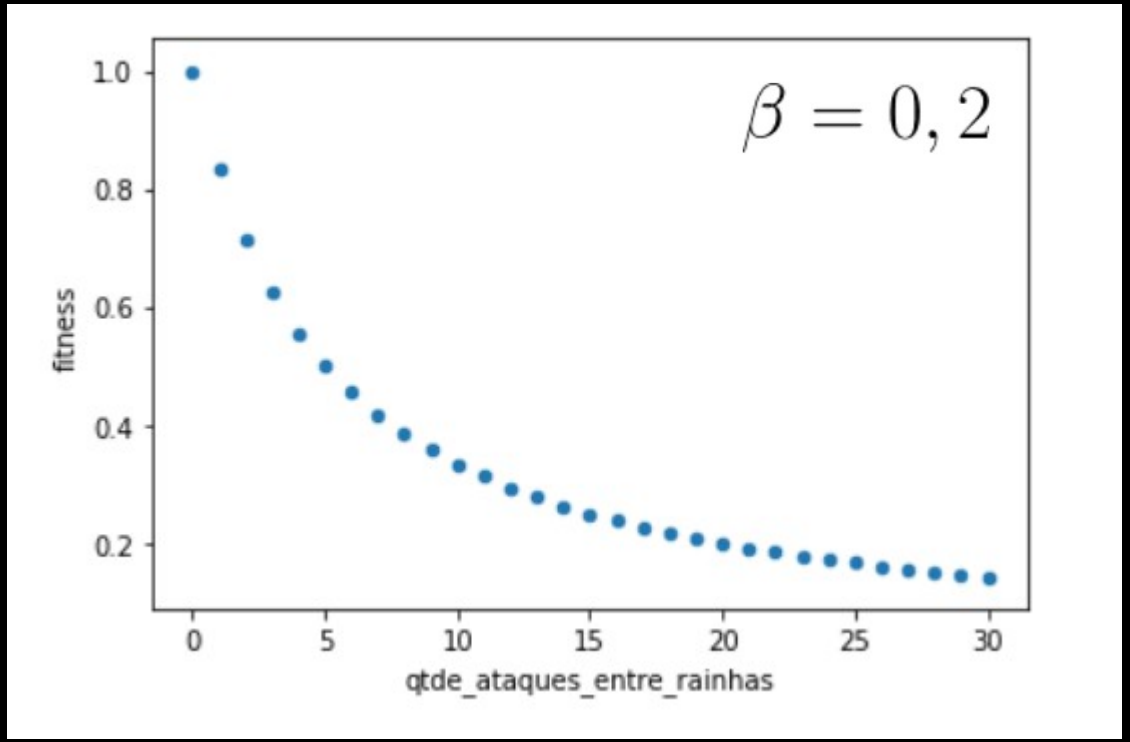
S = (1,3,5,2,6,3,2,4)



S = (1,3,5,2,6,3,2,7)

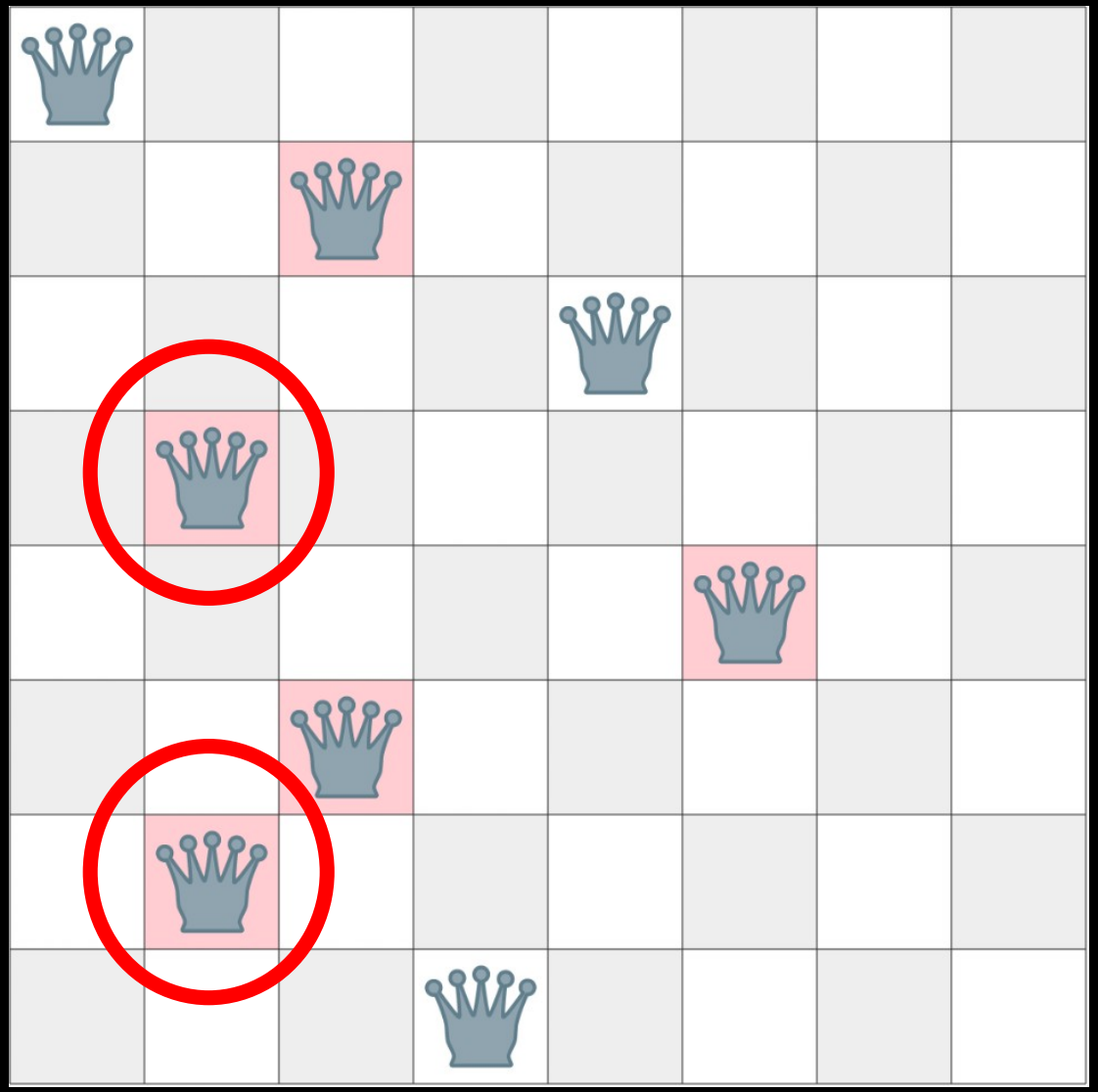


$$f = \frac{1}{1 + \beta q}$$



q: quantidade de ataques entre as rainhas

Como calcular q?



	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	1	0	0	1	0	0	0
2	0	1	0	1	0	0	0	0
3	1	1	1	0	0	0	0	0
4	1	0	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	0	0	0	0	0
6	0	1	0	1	0	0	0	0
7	0	1	0	0	1	0	0	0
8	0	1	0	0	0	1	0	0

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	1	0	0	0	0	0	1
2	0	1	0	0	0	0	1	0
3	0	1	0	0	0	1	0	0
4	0	1	0	0	1	0	0	0
5	0	1	0	1	0	0	0	0
6	1	1	1	0	0	0	0	0
7	1	0	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	0	0	0	0	0

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	1	0	0	1	0	0	0
2	0	1	0	1	0	0	0	0
3	1	1	1	0	0	0	0	0
4	1	0	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	0	0	0	0	0
6	0	1	0	1	0	0	0	0
7	0	1	0	0	1	0	0	0
8	0	1	0	0	0	1	0	0

+

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	1	0	0	0	0	0	1
2	0	1	0	0	0	0	1	0
3	0	1	0	0	0	1	0	0
4	0	1	0	0	1	0	0	0
5	0	1	0	1	0	0	0	0
6	1	1	1	0	0	0	0	0
7	1	0	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	0	0	0	0	0

=

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	2	0	0	1	0	0	1
2	0	2	0	1	0	0	1	0
3	1	2	1	0	0	1	0	0
4	1	1	1	1	2	1	1	1
5	1	2	1	1	0	0	0	0
6	1	2	1	1	0	0	0	0
7	1	1	1	1	2	1	1	1
8	1	2	1	0	0	1	0	0

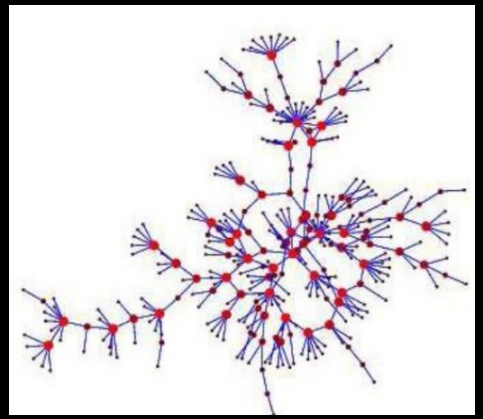
q = 2

Algumas soluções

indivíduo
[(1, 1), (2, 5), (3, 8), (4, 6), (5, 3), (6, 7), (7, 2), (8, 4)]
[(1, 1), (2, 6), (3, 8), (4, 3), (5, 7), (6, 4), (7, 2), (8, 5)]
[(1, 1), (2, 7), (3, 4), (4, 6), (5, 8), (6, 2), (7, 5), (8, 3)]
[(1, 1), (2, 7), (3, 5), (4, 8), (5, 2), (6, 4), (7, 6), (8, 3)]
[(1, 2), (2, 5), (3, 7), (4, 1), (5, 3), (6, 8), (7, 6), (8, 4)]
[(1, 2), (2, 5), (3, 7), (4, 4), (5, 1), (6, 8), (7, 6), (8, 3)]
[(1, 2), (2, 6), (3, 1), (4, 7), (5, 4), (6, 8), (7, 3), (8, 5)]
[(1, 2), (2, 7), (3, 3), (4, 6), (5, 8), (6, 5), (7, 1), (8, 4)]
[(1, 2), (2, 7), (3, 5), (4, 8), (5, 1), (6, 4), (7, 6), (8, 3)]
[(1, 2), (2, 8), (3, 6), (4, 1), (5, 3), (6, 5), (7, 7), (8, 4)]
[(1, 3), (2, 1), (3, 7), (4, 5), (5, 8), (6, 2), (7, 4), (8, 6)]
[(1, 3), (2, 5), (3, 2), (4, 8), (5, 1), (6, 7), (7, 4), (8, 6)]
[(1, 3), (2, 5), (3, 7), (4, 1), (5, 4), (6, 2), (7, 8), (8, 6)]
[(1, 3), (2, 6), (3, 4), (4, 2), (5, 8), (6, 5), (7, 7), (8, 1)]
[(1, 3), (2, 6), (3, 8), (4, 1), (5, 4), (6, 7), (7, 5), (8, 2)]

MODELO

PROBLEMA
(mundo real)

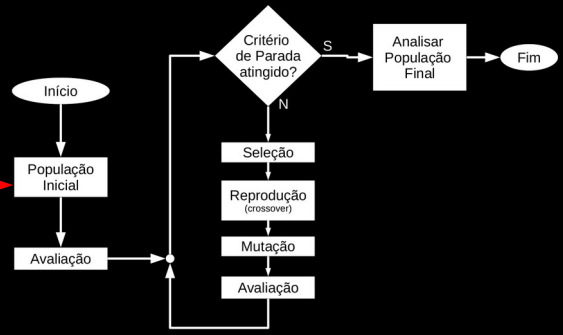


Conexão com o problema

Representação Cromossomial

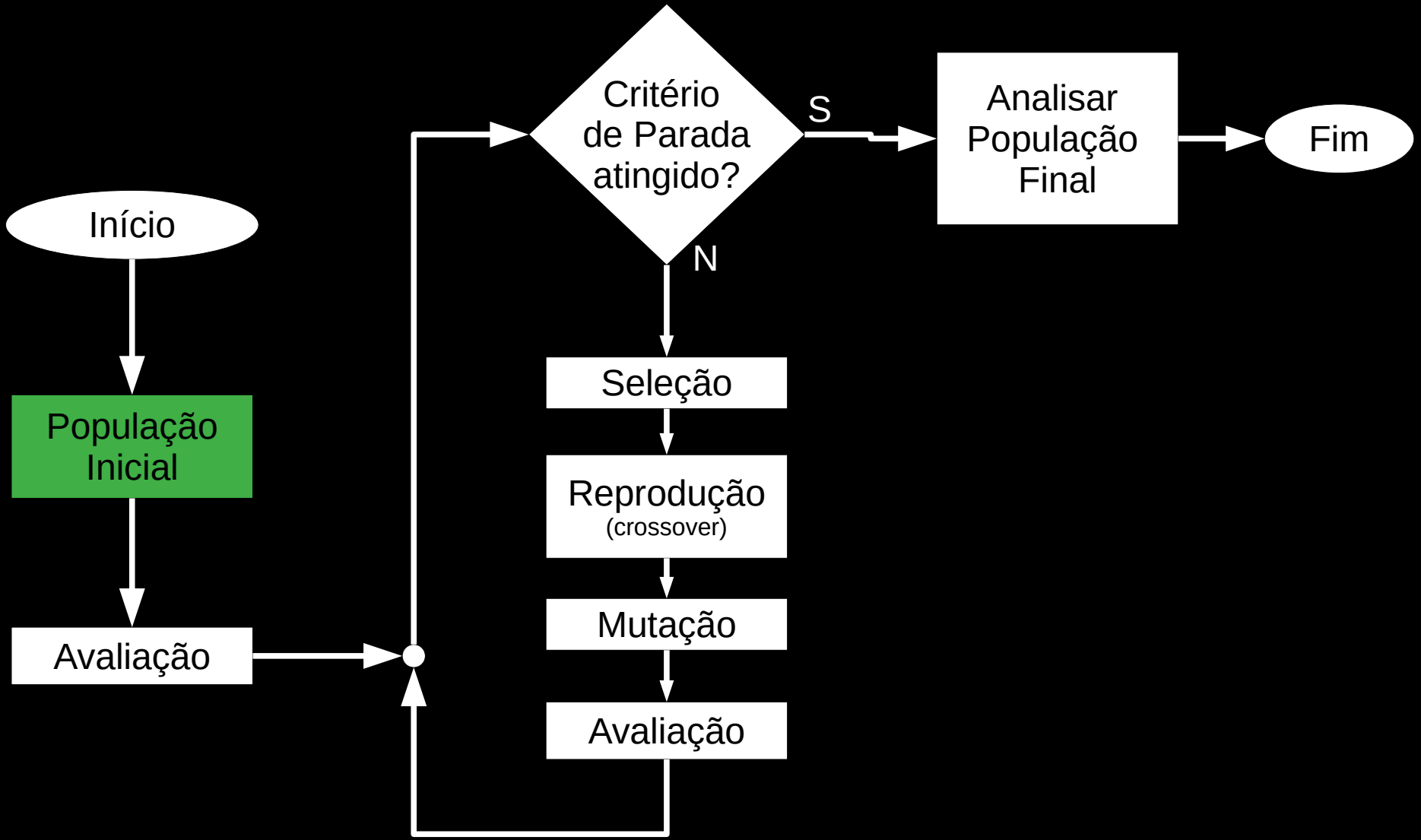
Avaliação

Fluxo padrão



Execução

(*Operadores genéticos*)

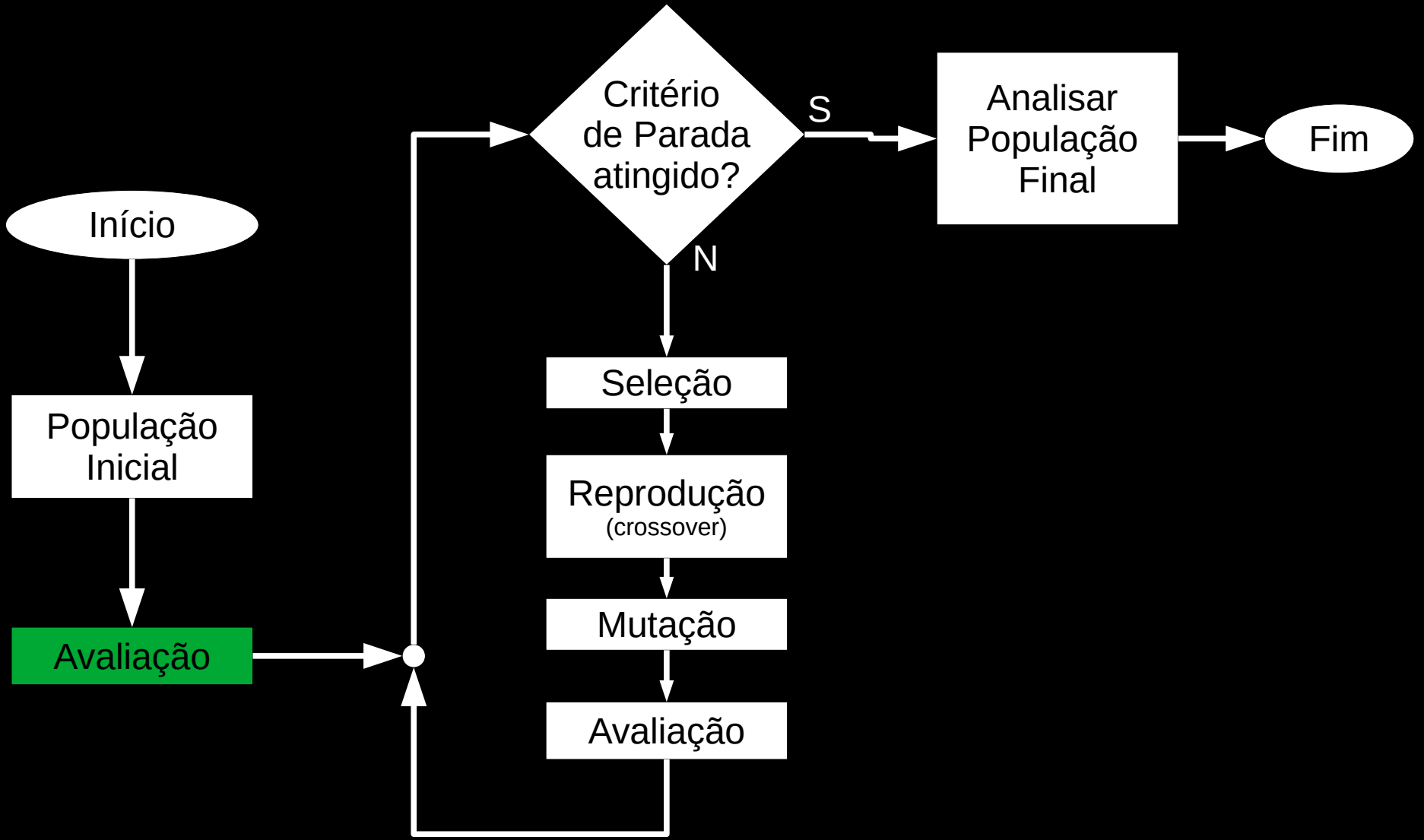

Início
População Inicial
Avaliação
Critério de Parada atingido?
S
N
Analisar População Final
Fim
Seleção
Reprodução
(crossover)
Mutação
Avaliação

Gera População inicial

```
[4 7 5 0 3 3 3 7]
[1 3 5 2 4 7 6 0]
[0 4 2 1 6 7 7 6]
[0 1 5 1 5 0 1 4]
[3 0 3 5 6 7 7 0]
```

Hiperparâmetro:

Tamanho da população

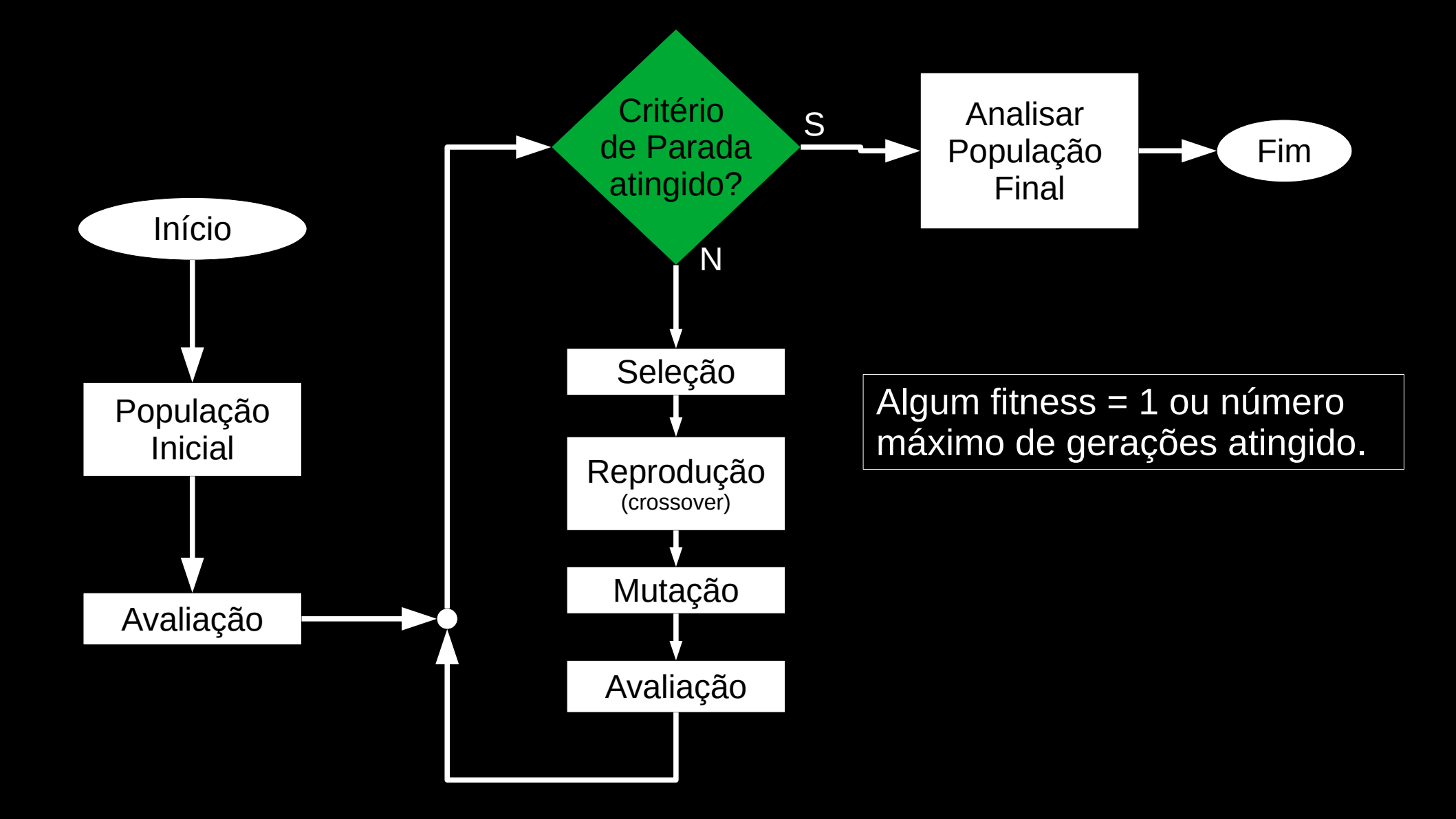

Início
População Inicial
Avaliação
Critério de Parada atingido?
S
N
Analisar População Final
Fim
Seleção
Reprodução
(crossover)
Mutação
Avaliação

Avaliação

```
[4 7 5 0 3 3 3 7]
[1 3 5 2 4 7 6 0]
[0 4 2 1 6 7 7 6]
[0 1 5 1 5 0 1 4]
[3 0 3 5 6 7 7 0]
```

```
(0.2631578947368421,)
(0.3846153846153846,)
(0.2941176470588235,)
(0.23809523809523808,)
(0.2631578947368421,)
```

```
[(1, 5), (2, 8), (3, 6), (4, 1), (5, 4), (6, 4), (7, 4), (8, 8)]
[(1, 2), (2, 4), (3, 6), (4, 3), (5, 5), (6, 8), (7, 7), (8, 1)]
[(1, 1), (2, 5), (3, 3), (4, 2), (5, 7), (6, 8), (7, 8), (8, 7)]
[(1, 1), (2, 2), (3, 6), (4, 2), (5, 6), (6, 1), (7, 2), (8, 5)]
[(1, 4), (2, 1), (3, 4), (4, 6), (5, 7), (6, 8), (7, 8), (8, 1)]
```

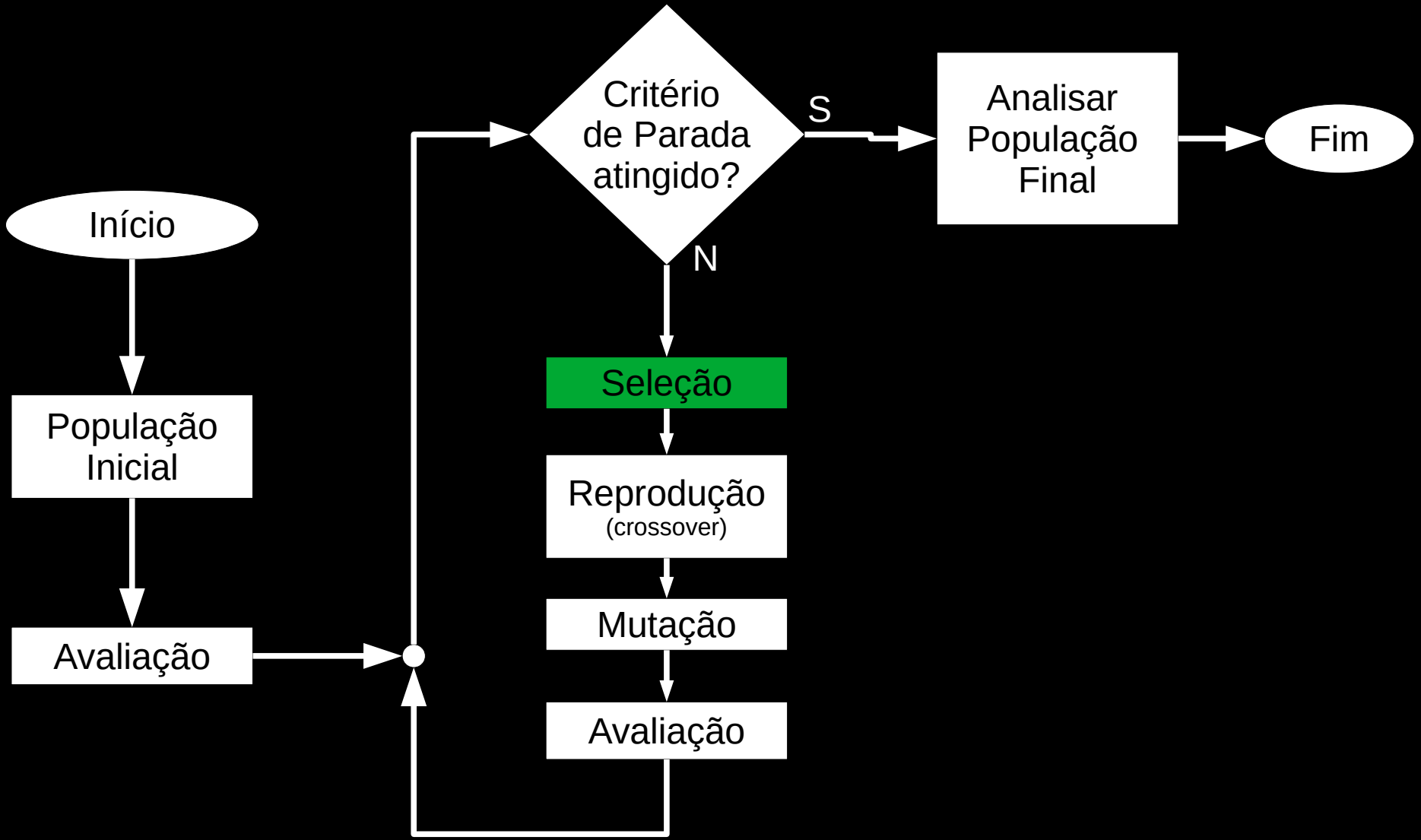

Início
População Inicial
Avaliação
Critério de Parada atingido?
S
N
Analisar População Final
Fim
Seleção
Reprodução
(crossover)
Mutação
Avaliação
Algum fitness = 1 ou número máximo de gerações atingido.

Critério de parada

```
(0.2631578947368421,)
(0.3846153846153846,)
(0.2941176470588235,)
(0.23809523809523808,)
(0.2631578947368421,)
```

Nenhum fitness = 1

Não atingiu número máximo de gerações


Início
População Inicial
Avaliação
Critério de Parada atingido?
S
N
Analisar População Final
Fim
Seleção
Reprodução
(crossover)
Mutação
Avaliação

Seleção (por torneio)

De toda a população ...

```
[4 7 5 0 3 3 3 7]
[1 3 5 2 4 7 6 0]
[0 4 2 1 6 7 7 6]
[0 1 5 1 5 0 1 4]
[3 0 3 5 6 7 7 0]
```

```
(0.2631578947368421,)
(0.3846153846153846,)
(0.2941176470588235,)
(0.23809523809523808,)
(0.2631578947368421,)
```

Hiperparâmetro:

Quantidade de indivíduos no torneio

... escolho dois indivíduos aleatoriamente ...

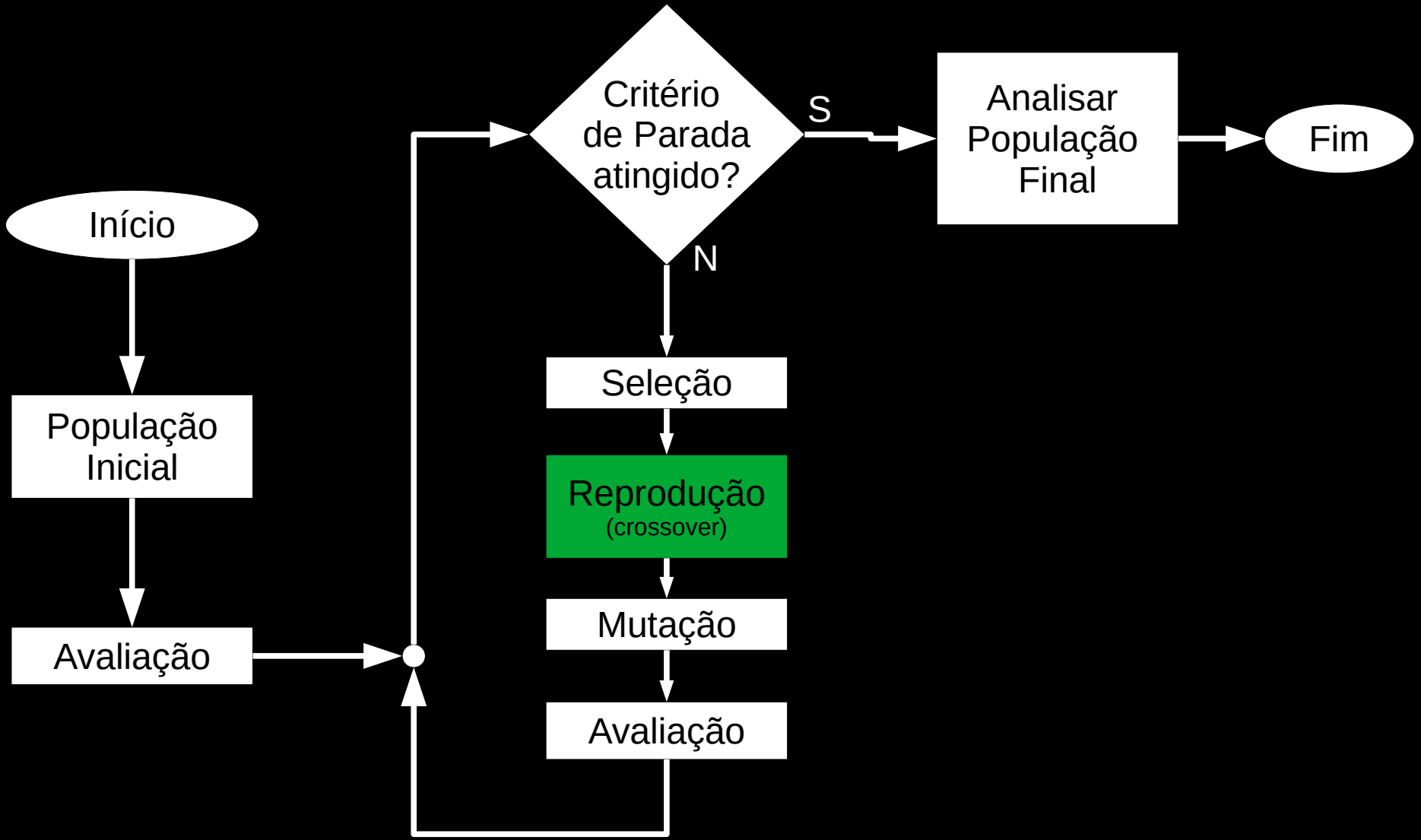
```
[4 7 5 0 3 3 3 7]
[0 1 5 1 5 0 1 4]
```

```
(0.2631578947368421,)
(0.23809523809523808,)
```

... e seleciono o melhor.

```
[4 7 5 0 3 3 3 7]
```

```
(0.2631578947368421,)
```


Início
População Inicial
Avaliação
Critério de Parada atingido?
S
N
Analisar População Final
Fim
Seleção
Reprodução
(crossover)
Mutação
Avaliação

Crossover

De toda a população ...

```
[4 7 5 0 3 3 3 7]
[1 3 5 2 4 7 6 0]
[0 4 2 1 6 7 7 6]
[0 1 5 1 5 0 1 4]
[3 0 3 5 6 7 7 0]
```

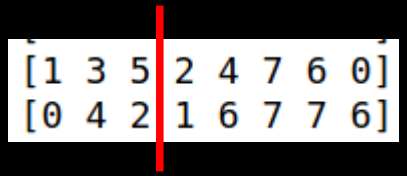
… escolho dois indivíduos aleatoriamente.

```
[1 3 5 2 4 7 6 0]
[0 4 2 1 6 7 7 6]
```

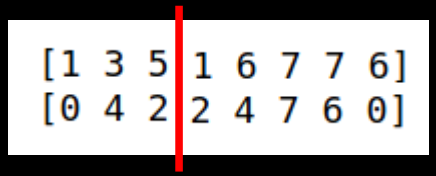
Hiperparâmetro:

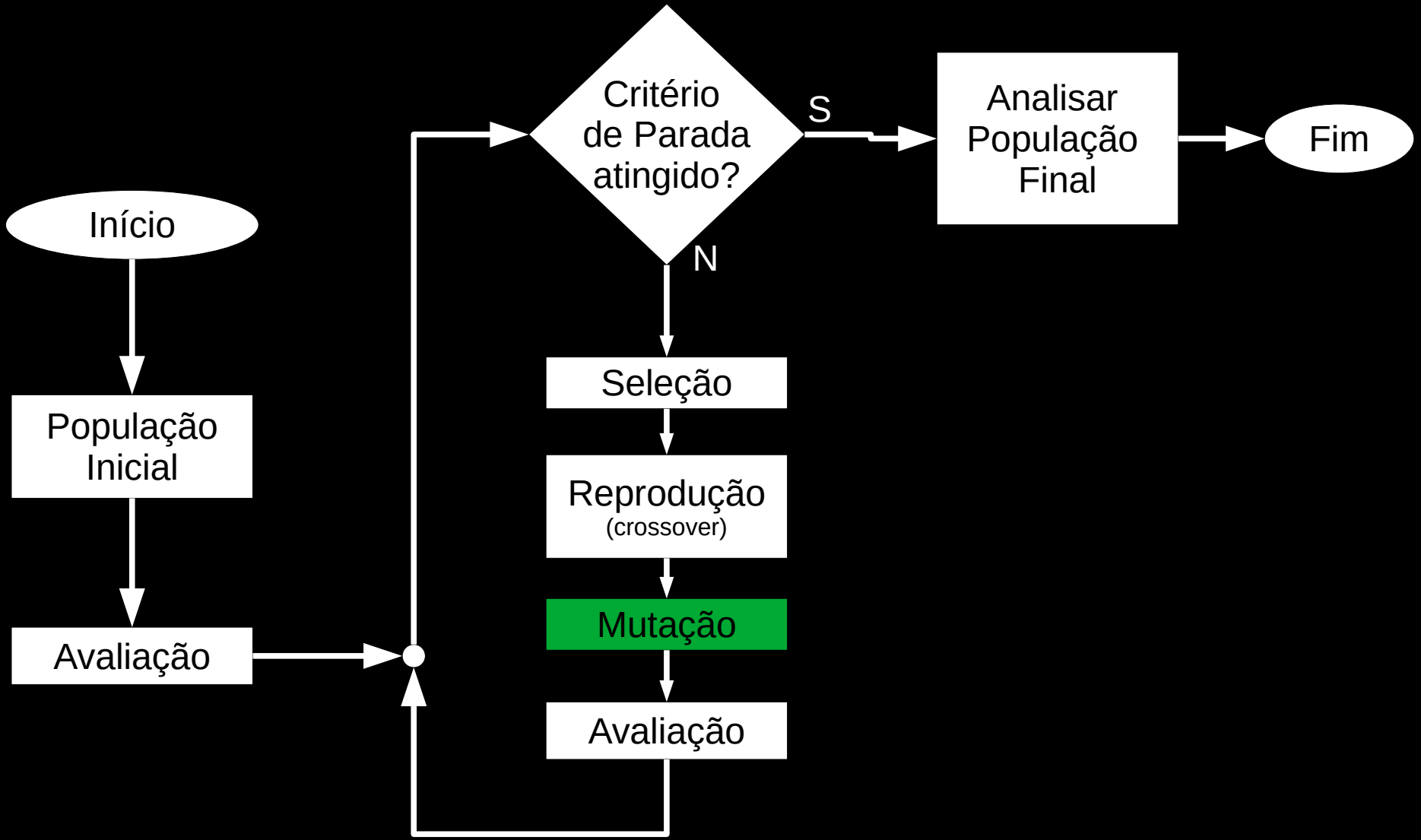
Probabilidade de crossover

Em seguida, escolho aleatoriamente um ponto de corte...



E gero dois novos indivíduos combinando os genes depois do ponto de corte.



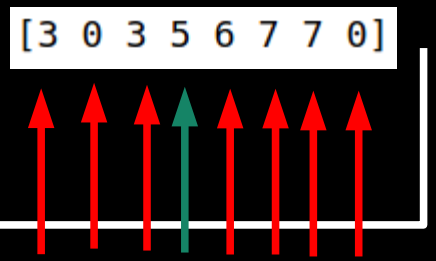

Início
População Inicial
Avaliação
Critério de Parada atingido?
S
N
Analisar População Final
Fim
Seleção
Reprodução
(crossover)
Mutação
Avaliação

Mutação

Para cada indivíduo da população ...

[3 0 3 5 6 7 7 0]

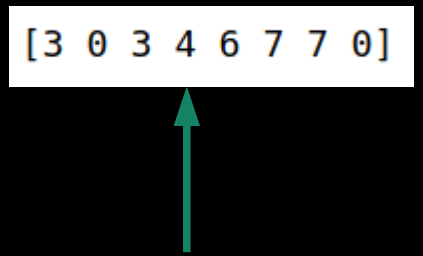
… percorro todos os genes, talvez, um seja escolhido ...



Hiperparâmetro:

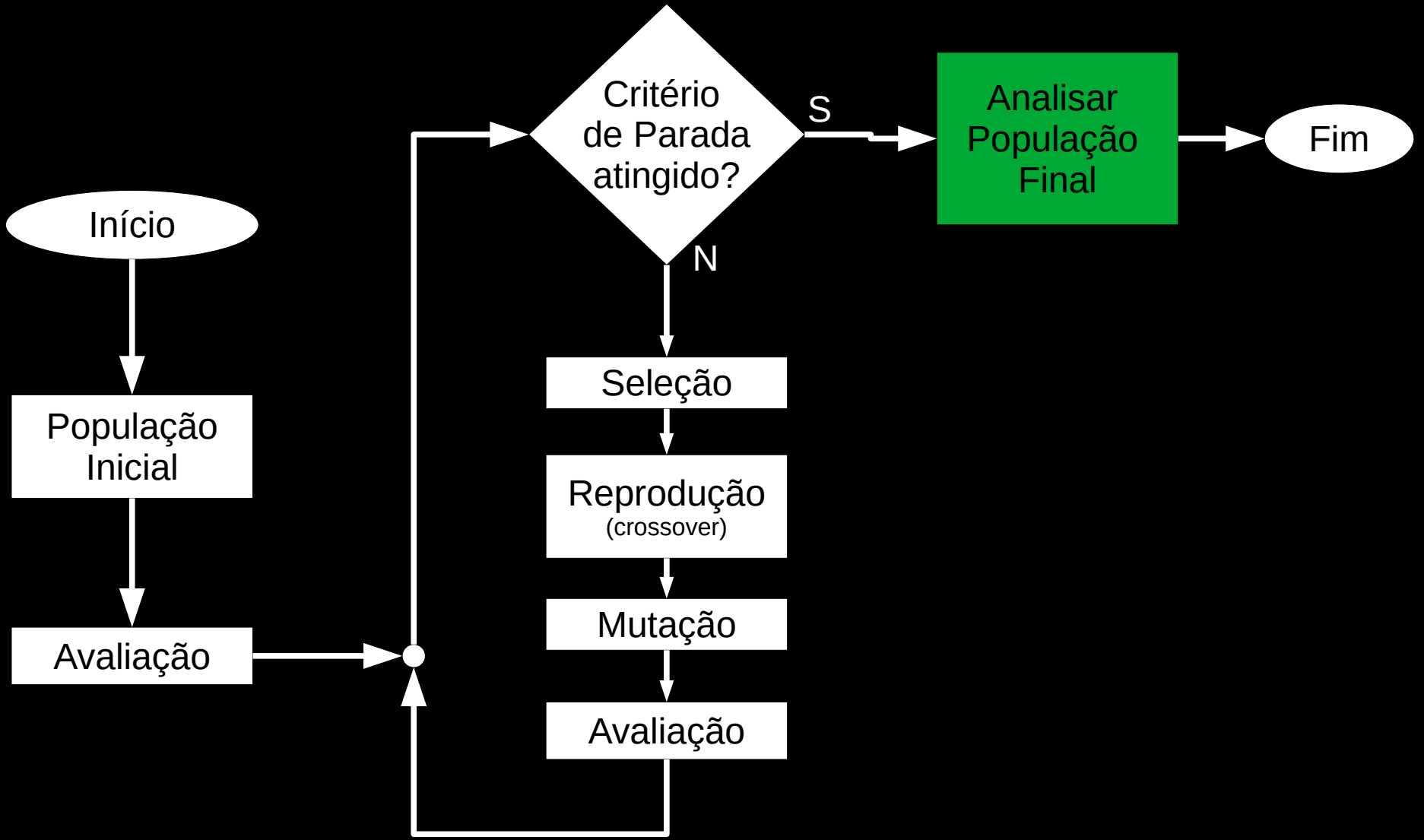
Probabilidade de mutação

… para sofrer uma pequena perturbação ...



… e gerar um novo indivíduo.

[3 0 3 4 6 7 7 0]


Início
População Inicial
Avaliação
Critério de Parada atingido?
S
N
Analisar População Final
Fim
Seleção
Reprodução
(crossover)
Mutação
Avaliação

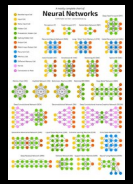
Cases de aplicação de Algoritmos Genéticos

Crédito: Alocação de limite global de crédito PF.

Crédito: otimização de grupos homogêneos.

Workplace: alocação de pessoas e squads nas cadeiras. 💐 😢

Busca dos hiperparâmetros para treinamento em *Machine Learning*.



Busca de topologias/arquiteturas de Redes Neurais.

REFERÊNCIAS

Ricardo Linden, *Algoritmos Genéticos,* 3ª edição, 2012. Editora Ciência Moderna.	
Melanie Mitchell, *An Introduction to Genetic Algorithms,* Fifth printing, 1999. MIT Press.	
Nasa, missão ST5.	https://www.nasa.gov/mission_pages/st-5/science/index.html
8 rainhas	https://pt.wikipedia.org/wiki/Problema_das_oito_damas
Evolutionary algorithms for hyperparameter optimization in Machine learning for application in high energy physics	https://arxiv.org/pdf/2011.04434.pdf
Articial Neural Networks Design using Evolutionary Algorithms	https://www.dca.fee.unicamp.br/WSC7/papers/paper-46.pdf
DEAP: Distributed Evolutionary Algorithms in Python	https://github.com/DEAP/deap

adriano@blipay.com.br

https://www.linkedin.com/in/prietoab/